УДК 622.271.3

**Е.Н.КУКСА**
*Горный факультет, аспирант кафедры разработки месторождений открытым способом и разрушения горных пород*

# ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОЙ СТЕПЕНИ ДРОБЛЕНИЯ ВЗОРВАННОЙ ГОРНОЙ МАССЫ ДЛЯ ЩЕБЕНОЧНЫХ КАРЬЕРОВ

В современных условиях рыночных отношений предприятиям все сложнее поддерживать эффективность производства. Одной из основных проблем является высокий уровень себестоимости выпускаемой продукции, обусловленный большим выходом некондиционных фракций.

Показано, что оптимальную степень качества взрывоподготовки горной массы можно определить через прибыль, которая зависит от показателей дробления, которые в свою очередь являются основой качества, а значит, цен и себестоимости.

Рассматривается взаимосвязь всех показателей дробления на основе проведенного на Оленегорском ГОКе анализа распределения гранулометрического состава взорванной горной массы. По результатам анализа получена зависимость, позволяющая рассчитать связь всех показателей дробления со средним размером куска.

The enterprises are more difficult to support a level of effective manufacture in modern conditions of market attitudes. One of the basic problems is the high level of the cost of the production, caused by the big output of sub-standard fractions.

In the article it is shown, profit which is determined by parameters of crushing - a basis of quality, prices and cost prices, determines the optimum quality degree of mined rock explosion preparation.

The interrelation of all crushing parameters is considered on the basis of the analysis of granulometric distribution of the blasted mined rock on Olenegorsky mining-and-processing integrated works. The results of the analysis are the dependence, which allow to calculate connection of all parameters of crushing with the average.

Промышленность строительных материалов – самая крупная добывающая отрасль народного хозяйства, большая доля которой приходится на предприятия, занимающиеся производством щебня. Это вызвано постоянно растущими темпами дорожного и жилищного строительства.

В современных условиях рыночных отношений, конкуренции, гибких цен предприятиям все сложнее поддерживать уровень эффективного производства. Одной из основных проблем является высокая себестоимость выпускаемой продукции, обусловленная большим выходом некондиционных фракций. Так, проведенный анализ деятельности предприятий строительных материалов показал, что 30-40 % всей продукции – это отсев, себестоимость которого самая высокая, так как он образуется после прохождения горной массы через все стадии переработки. А цена отсева самая низкая, да и спрос невелик, поэтому бóльшая часть его вывозится в отвалы.

Существует ряд направлений повышения эффективности работы щебеночных предприятий. На основе анализа энерго- и трудозатрат по совокупности производственных процессов получения щебеночной продукции определились оптимальные параметры буровзрывных работ, обеспечивающие минимум затрат*.

---

* *Таламанова О.Н.* Энерго-, трудо-, затратоемкость производства щебня. СПб, 2001. *Бибик И.П.* Выбор и обоснование параметров процессов буровзрывных работ для повышения эффективности горно-транспортного оборудования глубоких карьеров: Автореф. дис. … канд. техн. наук, НАВОЙИ, 2003.

Весь процесс производства можно разделить на несколько этапов. На каждом этапе потребляются различные виды энергии (электрическая – при бурении, экскавации, дроблении; тепловая – при транспортировании горных пород, химическая – при взрывании). Для удобства сравнения все виды энергии приведем к одному показателю и подсчитаем примерную стоимость на сегодняшний день: электроэнергия, дизельное топливо и ВВ соответственно

$$1\ \text{кВт·ч} = 3{,}6\ \text{МДж} = 0{,}8\ \text{руб.} = 0{,}22\ \text{руб./МДж};$$

$$1\ \text{кг} = 42{,}7\ \text{МДж} = 8\ \text{руб.} = 0{,}19\ \text{руб./МДж};$$

$$1\ \text{кг} = 4{,}3\ \text{МДж} = 10\ \text{руб.} = 2{,}31\ \text{руб./МДж}.$$

Видно, что цены на электроэнергию и топливо в 10 раз ниже цен на ВВ. Поэтому очевидно, что, уменьшив расход одной энергии на одном этапе, мы можем увеличить расход другой энергии на следующем этапе. Например, уменьшение расхода энергии при бурении повлечет за собой увеличение расхода ВВ на вторичное взрывание.

Такая же ситуация и с трудозатратами. Трудоемкость работ определяется как количество человеко-смен, затраченных на добычу 1000 т полезного ископаемого за анализируемый период времени. Однако на каждом этапе переработки отличаются и объем работы, и должностные обязанности, и заработная плата.

Очевидно, что говорить об экономии энерго- и трудозатрат мы можем говорить только в рамках одного определенного этапа, а не производства в целом.

В рыночных условиях главная задача предприятия – получение прибыли. Прибылью оценивается эффективность его деятельности; прибыль является основным источником финансирования экономического и социального развития предприятия.

Себестоимость продукции представляет собой стоимостную оценку используемых в процессе производства природных ресурсов, сырья, материалов, топлива, энергии, основных фондов, трудовых ресурсов, а также других затрат на ее производство и реализацию. Можно затратить на производство максимальное количество энергии и труда, отчего себестоимость увеличится. Однако при высоком качестве продукции, и цена на нее будет высока. И мы сможем не только покрыть расходы на ее производство, но и получим прибыль.

Существующее мнение о том, что надо изменить качество взрывоподготовки, справедливо. Но делать это надо не только для экономии энерго- и трудозатрат, а для улучшения качества щебеночной продукции.

Какая продукция будет считаться качественной? Вероятней всего та, спрос и цена на которую будут наибольшими, поэтому можно сказать, что оптимальную степень качества взрывоподготовки горной массы мы определяем через прибыль.

Прибыль предприятия, производящего щебень, можно характеризовать следующими показателями дробления:

- выход негабарита (увеличение себестоимости, уменьшение прибыли, снижение производительности выемочно-погрузочного оборудования);
- выход мелких некондиционных фракций (снижение прибыли);
- выход различных по крупности сортов кондиционных кусков щебеночной продукции.

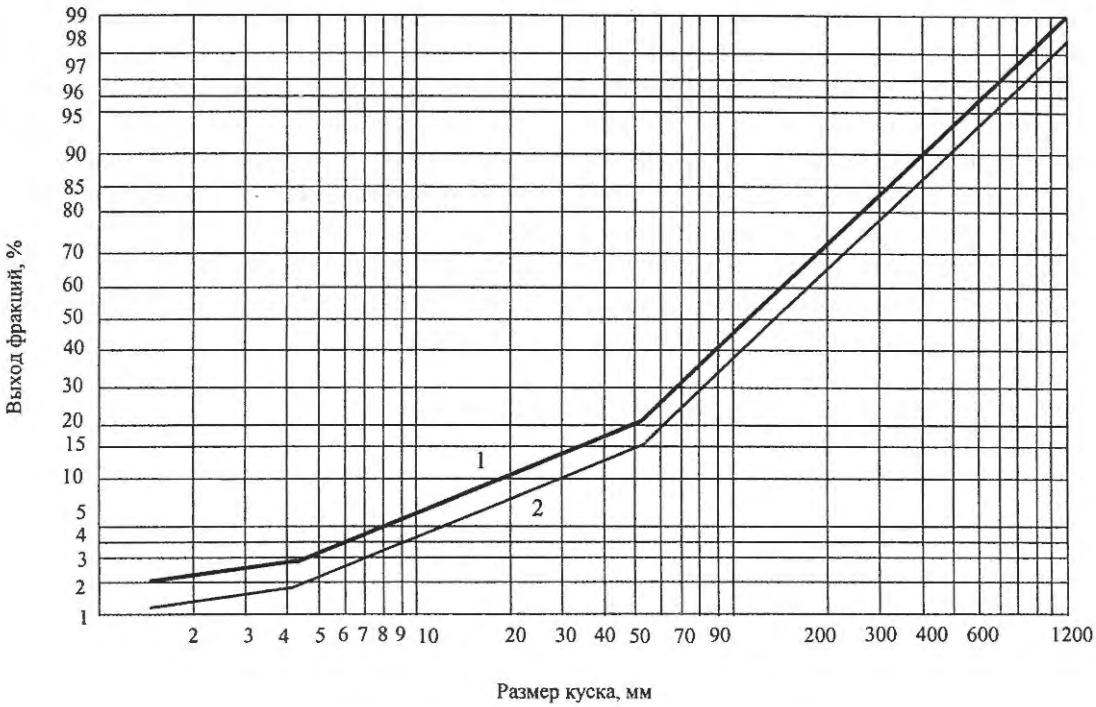
Прибыль предприятия с учетом всех показателей дробления горной массы можно определить по следующей формуле:

$$П = (Ф_м + Ф_{мз})(Ц_м - С_к - С_з) + Ф_к(Ц_к - С_к - С_з) + Ф_н(Ц_к - С_к - С_з - С_м), \quad (1)$$

при условии

$$Ф_м + Ф_{мз} + Ф_к + Ф_н \approx 1, \quad (2)$$

где $Ф_м$ – доля мелких некондиционных фракций (0 + 5 мм) после взрывных работ; $Ф_{мз}$ – доля мелких фракций после дробления на фабрике; $Ф_н$ – доля негабаритных фракций; $Ф_к$ – доля кондиционных фракций; $Ц_м$ – цена дробленого отсева; $Ц_к$ – средневзвешенная цена кондиционных фракций; $С_к$,




Аппроксимация логнормальным распределением
1 – средневзрываемые породы; 2 – трудновзрываемые породы

$C_з$, $C_м$ – себестоимость дробления ГМ по карьерному, заводскому комплексу и дробление негабаритов соответственно.

Опыт работы предприятий указывает на взаимосвязь всех показателей дробления, что позволяет для экономических расчетов использовать только один показатель, выразив через него остальные. Наиболее важным и легко определяемым показателем качества дробления горной массы является выход негабаритных кусков.

Нами был проведен анализ распределения гранулометрического состава взорванной горной массы на Оленегорском ГОКе, данные которого сведены и построен график (см. рисунок).

Установлено, что вся совокупность кусков, включающая несколько порядков размеров, может быть аппроксимирована логнормальным распределением. Это дает возможность определить зависимость между показателями дробления. Следует отметить, что такая статистическая характеристика распределения кусков горной массы по размерам, как дисперсия, варьирует в незначительных пределах.

По результатам анализа можно рассчитать зависимости между основными показателями качества дробления (выход негабарита $n_{max}$, выход мелочи $n_{min}$, средневзвешенный диаметр куска $\overline{D_{ср}}$):

$$\overline{D_{ср}} = \frac{\sum D_{срi}\gamma_i}{\sum \gamma} = \frac{\sum D_{срi}\gamma_i}{100}, \qquad (3)$$

где $\gamma$ – выход отдельной $i$-й фракции; $D_{ср}$ – среднеарифметическое значение $i$-го интервала.

Полученные результаты представлены в таблице.

**Показатели качества дробления**

| Выход негабарита $n_{+1200}$, % | Выход мелочи $n_{-5}$, % | $D_{ср}$, мм |
|---|---|---|
| 1 | 5,5 | 180 |
| 2 | 2,6 | 235 |
| 3 | 2 | 275 |
| 4 | 1,7 | 305 |
| 5 | 0,9 | 330 |
| 6 | 0,8 | 360 |
| 7 | 0,7 | 380 |
| 8 | 0,6 | 405 |
| 9 | 0,5 | 435 |
| 10 | 0,4 | 460 |

Таким образом, сравнение различных распределений позволяет рассматривать в качестве основной характеристики средний размер куска или математическое ожидание размеров. При значительной вариации математического ожидания размера куска дробленой горной массы второй параметр закона распределения остается величиной постоянной для каждого линейного участка ломаной. При этом точка перелома остается в доверительных интервалах, что позволяет сравнивать результаты дробления, а также прогнозировать фракционный состав взорванной горной массы, используя один параметр закона распределения – математическое ожидание размера куска. Поскольку логарифмическая дисперсия распределения постоянна, качество дробления можно определять через выход негабаритных фракций.

Научный руководитель д.т.н. проф. *Г.П.Парамонов*